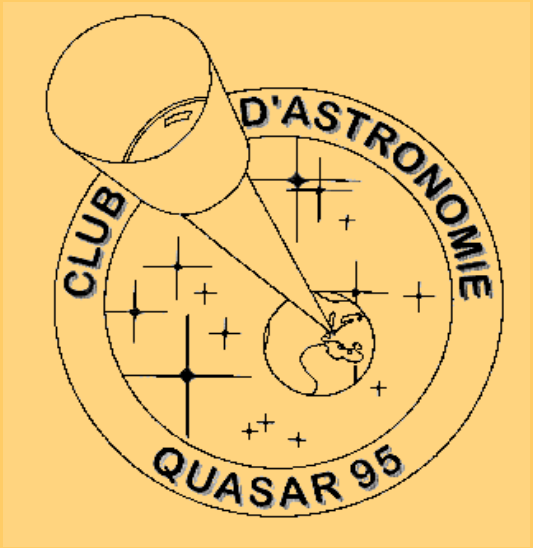


Quasar 95
Club d’astronomie de Frouville

LA FABULEUSE MACHINE D’ANTICYTHERE

Jean-Pierre Auger – Décembre 2012

Cette bague a été trouvée en Allemagne dans la tombe d'une princesse Celte datée de -609 ans avant J.C. Sa finesse, son mode d'exécution démontrent une technologie et un savoir faire que nous avons grand peine à imaginer de la part d'individus considérés depuis la conquête romaine, comme des êtres violents, frustres et incultes.

Depuis la plus haute antiquité, les témoignages vantant les vertus de la philosophie, la médecine, des mathématiques, des arts, de l'écriture et de l'astronomie sont parvenus jusqu'à nous.

Mais nous ne savons rien, absolument rien, sur les technologies et les inventions créées par les savants de l'antiquité. Pour l'instant aucun mécanisme antique, autre que la fabuleuse machine d'Anticythère, n'est parvenu jusqu'à nous.

On a cependant quelques témoignages écrits concernant des engins perfectionnés. Les premiers témoignages de machines complexes conçues et fabriquées par l'homme se trouvent essentiellement à Alexandrie, haut-lieu de la connaissance grecque.
Ainsi **Ctésibios d'Alexandrie** au IIIème siècle avant J.-C. aurait inventé des canons à eau permettant de propulser des projectiles et défendre ainsi une ville. Ce savant élabora également des automates, un monte-charge hydraulique, ainsi que le premier orgue de l'Histoire, l'**hydraule**.
Entre le 1er et le IIème siècle après J.-C., un génie voit le jour : **Héron d'Alexandrie**. Il est l'inventeur de l'**Eolipyle**, une petite « machine à vapeur » constituée d'une chaudière fermée qui faisait tourner une sphère par réaction. Pour les temples, il imagine des portes actionnées «automatiquement» par un réservoir chauffé par le feu qui transforme l'eau contenue dans une sphère en vapeur. Lorsque l'eau arrive, les portes se ferment !
Aussi incroyable que cela puisse paraître, il imagine une machine distribuant de l'eau bénite… automatiquement ! Lorsqu'on insère une pièce dans le mécanisme, de l'eau coule pour les fidèles éberlués… Héron n'hésite pas à créer un appareil imitant la voix d'un dieu pour rendre des oracles ! Il s'agit en fait d'un oiseau mécanique qui chante ou reste silencieux. Lorsqu'une question est posée, le prêtre enclenche discrètement un levier qui actionne «l'animal» qui se met alors à gazouiller…
Sur le plan militaire, Héron créé le **polybolos**, une baliste à culasse mobile qui tire des rafales de projectiles tel une mitrailleuse…
A titre personnel, j'ai l'intime conviction que les savoirs et la technologie de l'Antiquité gréco-romaine est le véritable point de départ de notre ingénierie moderne.
Nous n'avons pas fini d'être surpris.

Le Musée des Arts et Métiers à Paris présente actuellement une exposition consacrée à l'énigme du mécanisme d'Anticythère. Cette exposition fermera ses portes au 1er juillet 2013.

Découverte en 1900 par des pêcheurs d'éponges, parmi des centaines d'objets provenant d'un navire romain ayant fait naufrage, la machine d'Anticythère est, à ce jour, le plus vieux mécanisme à engrenage connu. Il daterait du IIème siècle avant J.C.

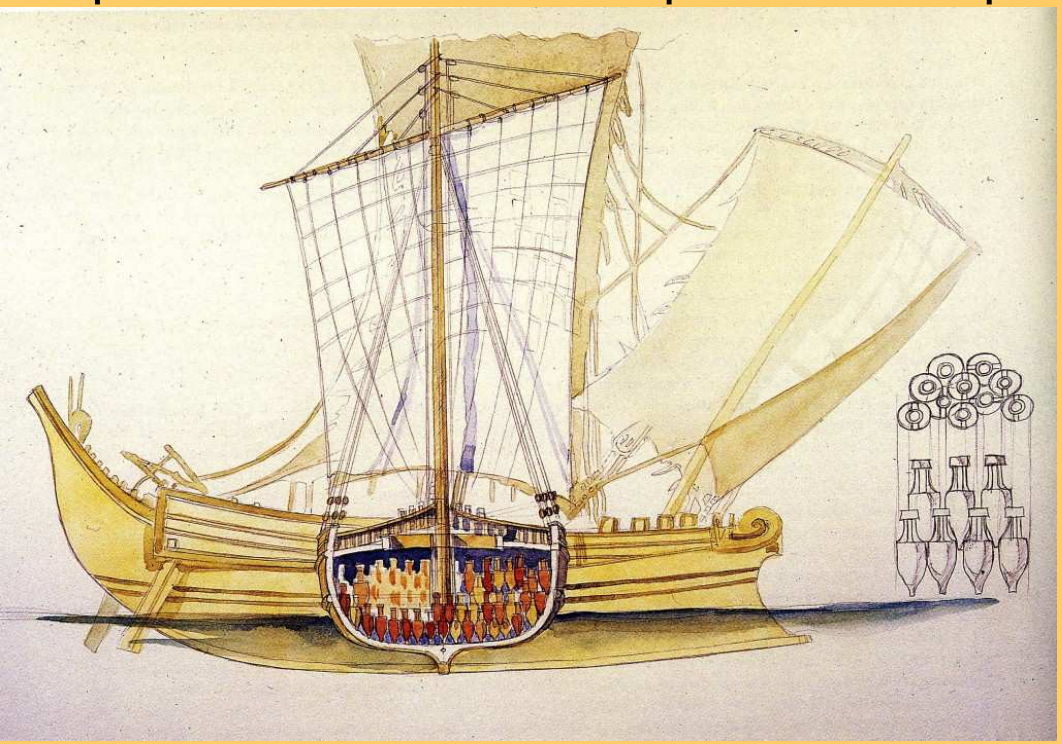
Cette découverte n'a cessé, d'intriguer les scientifiques et les historiens. Grâce aux instruments d'études modernes (scanner), ce sont près de 82 fragments conservés au Musée national archéologique d'Athènes qui ont permis de mettre au jour les éléments constitutifs du mécanisme : plus de 30 roues dentées, cadrans et autres surfaces en bronze sont couverts d'inscriptions astronomiques et mécaniques. Il pourrait s'agir d'un appareil montrant les positions du Soleil, de la Lune et des planètes par rapport aux calendriers civil et astronomique.

La machine d'Anticythère représenterait une synthèse des connaissances astronomiques et mécaniques de l'époque, mais qui en est le concepteur ?
Combien d'exemplaires ont existé ?
Par quelles subtilités mathématiques et mécaniques a-t-on pu atteindre un tel degré de précision ?
Toutes ces questions restent encore à élucider.

Nous sommes en 1900, aux environs de Pâques.
A cette époque le sud de la Grèce est le théâtre de forts coups de vents à la jonction des deux mers Egée et Ionienne.
La tempête approche et le vent lève une mer hachée.

Deux barques de pêcheurs d'éponges de Symi (Rhodes) viennent s’abriter de ce coup de vent sur la côte Nord-Est de l’île d’Anticythère (aujourd’hui appelée Cerigotto) entre le Péloponnèse et la Crète.
En attendant que le coup de vent passe, les pêcheurs se mettent à plonger pour savoir s’ils ne pourraient trouver à cet endroit des éponges à ramasser.
Avec leurs scaphandres, ils découvrent l'épave d'un ancien navire Romain, gisant par 42 mètres de profondeur. Une épave est toujours un objet de curiosité. Lors de leurs investigations ils ne trouvent pas d’éponges, mais l’un des plongeurs trouve dans la vase la main d’une statue en bronze et la remonte à bord. Il raconte aussi avoir vu des hommes nus et des chevaux… Les deux bateaux de pêche, l’Euterpe et la Calliope, ont assez perdu de temps et les pêcheurs regagnent leur zone de pêche sur les côtes Libyennes.

Ce n’est qu’en automne, à leur retour, qu’ils signalent leur découverte aux autorités grecques.
Les archéologues grecs viennent plonger sur le site à la fin novembre et découvrent que la cargaison du navire est exceptionnelle.
Ils reviendront en expédition vers la fin janvier 1901 et remonteront de nombreuses amphores, statues en bronze et en marbre, et divers objets d'art Hellénistiques.
A moitié enfouies, apparaissent plus de 200 amphores, certaines intactes.
Près d’elles les objets usuels de l’équipage, comme des lampes à huile.
On découvre aussi des vases, des récipients finement travaillés.
Et plus les recherches se poursuivent, plus les découvertes se révèlent exceptionnelles.



L’image de gauche représente un navire marchand gréco-romain, chargé de ses amphores. Leur forme permettait un auto-blocage de la cargaison dans les cales des navires. La figure du milieu est celle de l’Ephèbe trouvé à Anticythère. La tête à droite est celle du Philosophe trouvée dans l’épave.

En fait, le navire romain est peut-être parti de Rhodes ou des côtes de l’Asie mineure. Il emportait les objets d’art parmi les plus précieux.

La main de bronze se révèle être celle d’un Philosophe dont on retrouve ensuite la tête et une partie des autres membres, sculpture grecque du 4ème siècle avant Jésus-Christ.

Autre découverte capitale, un Ephèbe de bronze, chef d’œuvre sculpté vers 340 avant Jésus-Christ.

A moitié enfouies dans les fonds marins, des statues dont les parties protégées par les sables et les sédiments ont échappées à la corrosion.

Elles lèvent une partie du voile sur le génie qui les a fait naître de la pierre.

C’est au milieu de ces objets sublimes que les plongeurs trouvent une intrigante pièce de bronze, d’une vingtaine de centimètres de hauteur et qui commence à se fragmenter après sa sortie hors de l’eau.

Mais le travail des pieds lourds par 62 mètres de fond était très dangereux.

Plusieurs plongeurs y laissèrent leur vie et deux autres furent paralysés.

Le renflouement de l’épave pris fin en septembre 1906.

vers Rome
Pergame
Ephèse
Athènes
Cos
Syracuse
Symi
Rhodes
Αντικύθηρα
Vents étésiens très violents - meltemi - (μελτέμι)
Tripolitaine
Trajet prévu par le navire marchand romain qui fait naufrage - I er siècle Av. JC
Trajet prévu par l'Euterpe et la Calliope en route vers l'Afrique - XX ème siècle Ap. JC
Lybie

L’analyse du bois de l’épave montrera qu’elle datait de -66 avant Jésus-Christ.

En 1976, la Calypso du commandant Cousteau explore l’épave. Grace à une pièce de monnaie de -86 avant J.C. la date du naufrage peut être approchée.

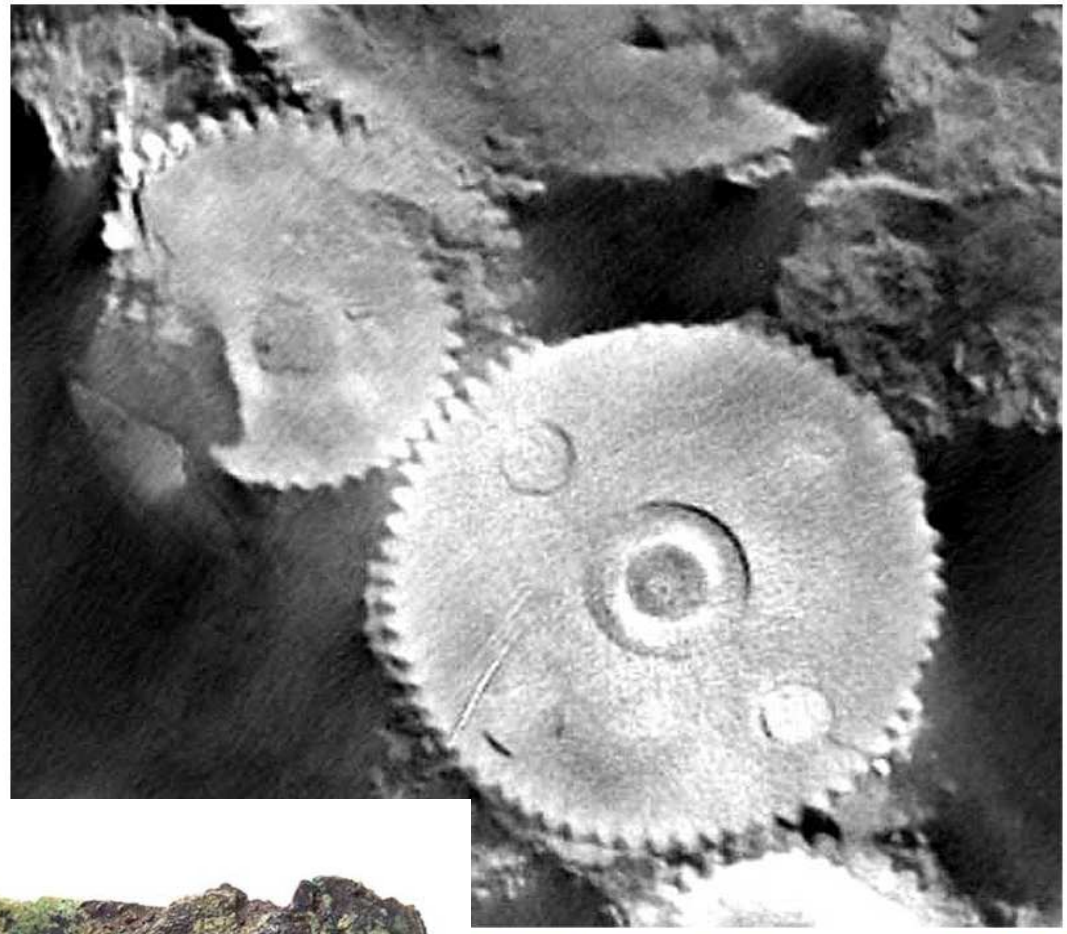
C’est en – 86 que les armées romaines conquirent la Grèce et mirent à sac la ville de Pergame.

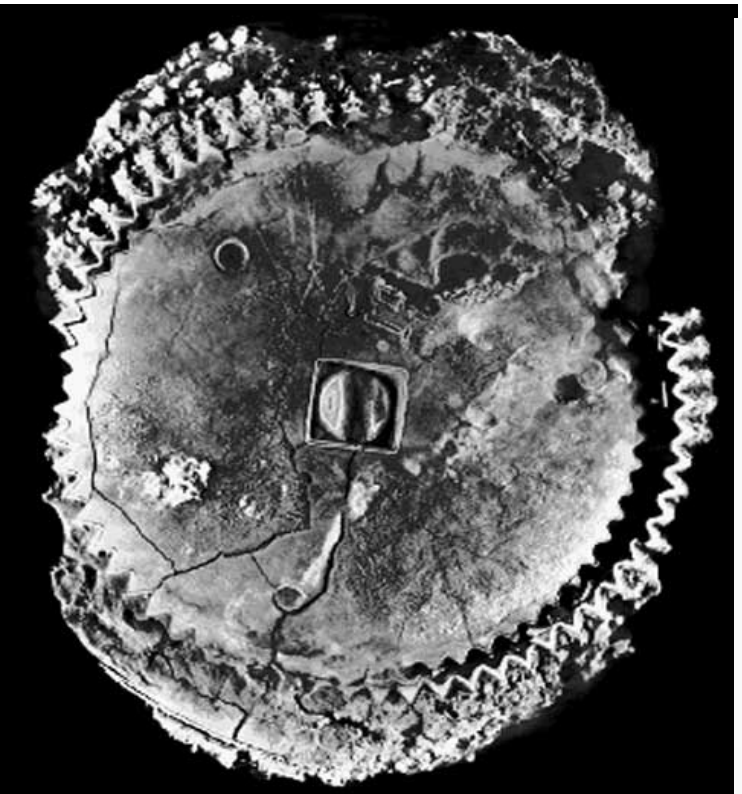
C’est ainsi que beaucoup d’œuvres d’art, parmi les plus précieuses, furent transférées par bateaux romains partant de Grèce vers l’Italie.

Certains ne toucheront pas leur port de destination, dont notre épave d’Anticythère.

Au 1er siècle avant JC, le général Romain Sulla (celui qui fonda en -81 la colonie romaine d’Aléria en Corse) était connu pour son trafic d'antiquités par voie maritime, il est donc possible que ce navire ramenait une partie d'un butin ramassé à Athènes.

Buste du général Sulla ou Sylla. Militaire intelligent, lucide, pratique, doté d’une volonté de fer et d’un talent militaire de premier ordre. C’était également un homme de grande culture, digne des savants les plus érudits de son époque. Selon ses contemporains, la couleur de sa figure, rouge parsemé de taches blanches, rendait son regard terrible et cruel.



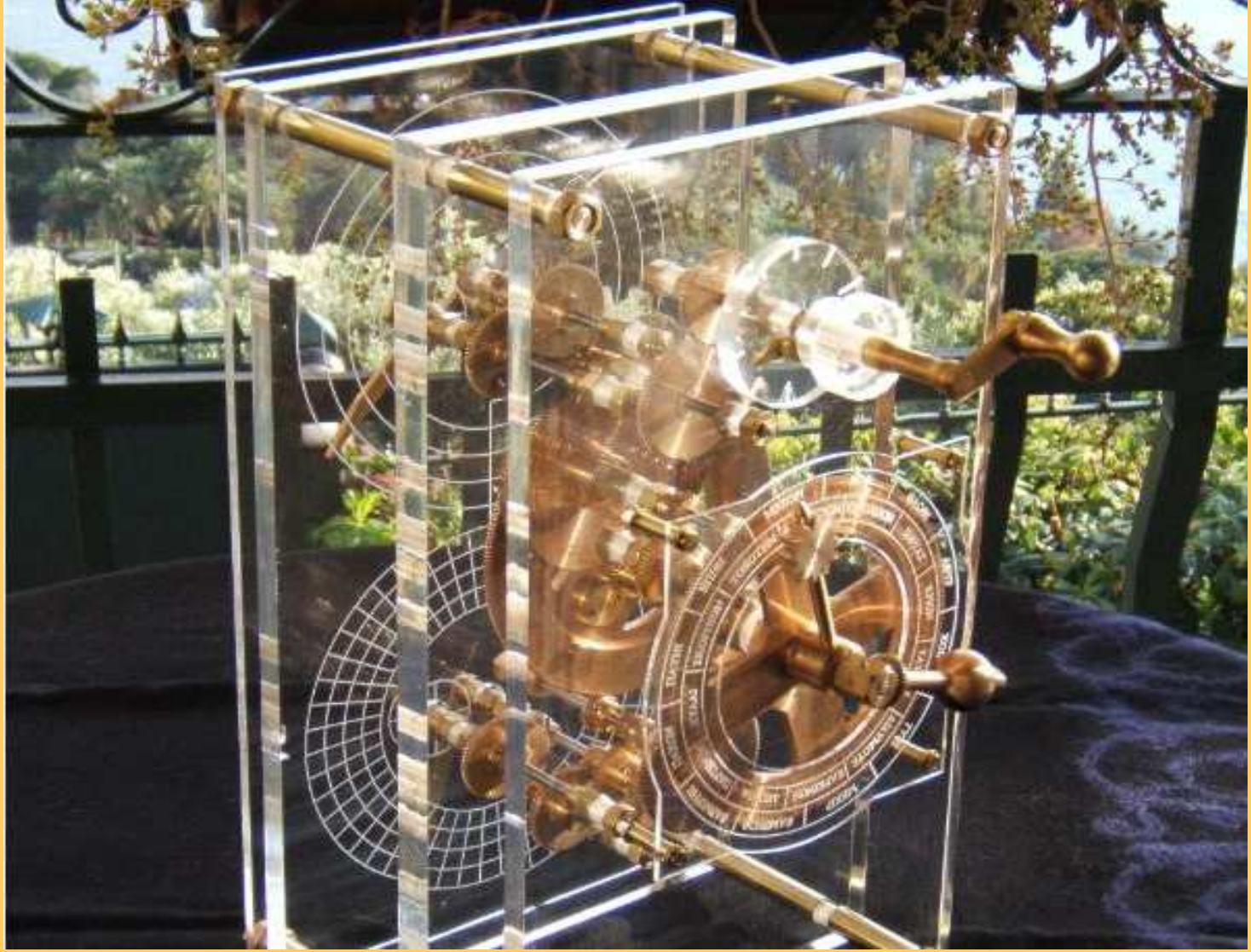


Au Musée d'Athènes, Valerios Staïs, un archéologue, examine les fragments de l’intrigante pièce de bronze d’une vingtaine de centimètres de hauteur trouvée sur l’épave. Il fait une surprenante constatation : elle est constituée de plusieurs morceaux d'un mécanisme incroyablement compliqué. Il s'agit de roues dentées maintenues entre elles par les restes de la structure de bois. L'ensemble mesure environ 21 centimètres sur 16 pour 5 d'épaisseur.

Un très long et difficile travail de nettoyage et de restauration partielle aboutit en I955 à dégager l'essentiel des rouages et à faire apparaître une partie des inscriptions, permettant de dater l'ensemble en gros entre 100 et 50 avant J.C. L'intérêt d'une datation exacte est évident : cette machine à rouages est absolument unique dans les annales de l'archéologie grecque. Qui plus est, jamais aucune relation antique n'a fait état d'un tel mécanisme. Or cet assemblage manifestement très complexe de roues dentées évoque une machine à calculer.

A partir de 2005, des investigations plus poussées sont conduites par des scientifiques de plusieurs disciplines : astronomes, archéologues, physiciens, mathématiciens, paléographes, historiens..., à l'aide d'un tomographe à rayons X – machine capable de fournir une image en 3 dimensions – Ils font apparaître que le mécanisme d'Anticythère dépasse, en complexité, tous les instruments antiques connus.

Grace à des clichés en haute résolution, la lecture des inscriptions révèle, comble de chance, les brides d’un mode d’emploi gravé sur les parois de la machine. On compare les nombres inscrits dans les textes au nombre de temps des rouages et à leur disposition et on les confronte aux cycles astronomiques connus dans l’antiquité.



Avec la richesse des informations dont on dispose, une reconstitution fiable peut être faite. La machine, emboîtée dans un cadre rectangulaire fournissait ses données sur deux faces munies de cadrans.

A l’avant se trouvait le grand cadran marquant les 365 jours de l’année, selon le calendrier solaire égyptien. A l’intérieur, un deuxième cercle indiquait les douze signes du zodiaque.

En tournant une manivelle, on entraînait deux aiguilles qui indiquaient pour chaque jour donné la position exacte de la lune et du soleil et une petite sphère qui montrait les phases de la lune.

Pour assurer cette précision quelque soit l’année et le jour choisi, la machine indiquait sur un des cadrans de sa face arrière le cycle Métonique permettant de réconcilier les cycles lunaires et solaires sur une période de 19 ans, correspondant à 235 lunaisons au terme desquelles les phases de la Lune reviennent aux mêmes jours de l'année. Sur le même cadran, la machine indiquait également le cycle Callipique (du nom de l’astronome grec Callipe) qui court sur 76 ans, soit 940 lunaisons ou quatre cycles Métoniques, en les corrigeant de leurs imprécisions. Les dernières analyses ont montré qu'il indiquait, en réalité, la séquence des olympiades grecques et leur correspondance ave les années civiles. On sait aujourd’hui l'importance politique et culturelle que revêtaient, dans la Grèce antique, ces Jeux qui associés à de grandes fêtes religieuses, favorisaient les contacts et l’union entre les cités. Le mécanisme d’Anticythère indiquait sur le second cadran de la face arrière le cycle de Saros (223 lunaisons sur un peu plus de 18 ans), ainsi que le cycle d’Exéligmos (équivalent à trois cycles de Saros, soit 54 ans) qui servaient à prédire les éclipses de soleil et de lune.

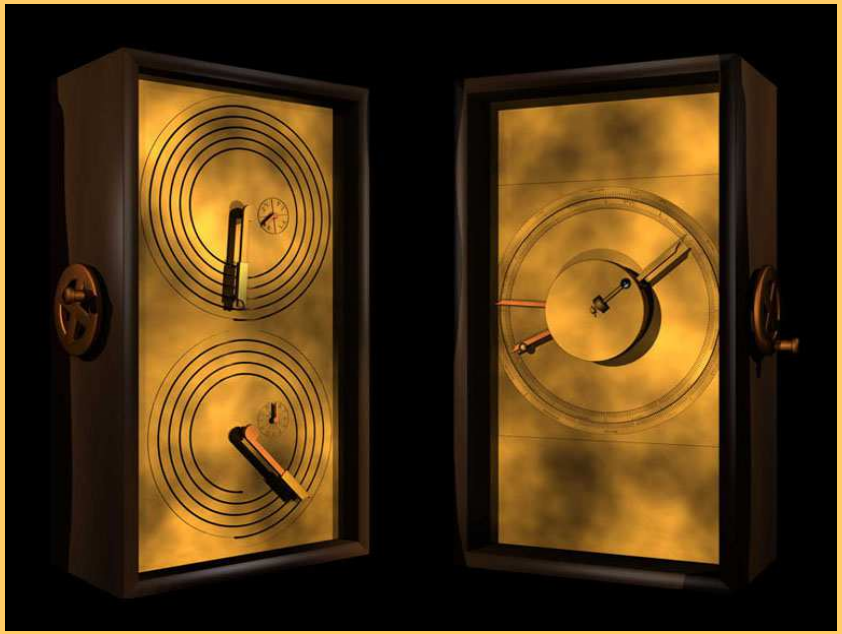
LE CYCLE METONIQUE

Au 5ème siècle avant notre ère, un Athénien, Méton, avait remarqué que 19 années tropiques étaient quasi égales à 235 lunaisons. 235 lunaisons excèdent 19 années tropiques de 2 heures environ. Le cycle de Méton de 19 ans est donc assez précis.
Or, 235 lunaisons = (12 mois x 19 ans) + 7 mois.
Si on veut concilier les cycles lunaire et solaire, il faudrait ajouter 7 "13ème mois", à répartir sur 19 ans.
En faisant alterner des mois lunaires de 29 et 30 jours, on obtient une approximation de la durée moyenne d'une lunaison correcte, en tout cas pratique, puisqu'elle n'utilise que des nombres entiers de jours.

Par contre, il n'est pas possible de répartir aussi simplement les 235 lunaisons dans 19 années de durée égale et comportant un nombre entier de mois. La meilleure solution consiste à répartir les 235 lunaisons en 12 années lunaires de 12 mois (comportant alternativement 30 et 29 jours) et 7 années lunaires de 13 mois.
Ce qui donne : (12 années x 12 mois) + (7 années x 13 mois) = 235.
Les 7 mois supplémentaires sont nommés mois embolismiques ou intercalaires.

Quant à notre calendrier grégorien, il est résolument solaire et le mois, considéré comme douzième d'année, n'est qu'une approximation très grossière du cycle lunaire.

Avec la manivelle, on pouvait avancer le point d'heure pour déterminer par exemple quand aurait lieu la prochaine éclipse et le jour se lisait sur l'autre face car toutes ces opérations étaient liées par un ensemble de rouages solidaires.



Comment les grecs parvenaient-ils à traduire en mécanique ces données aussi complexes que les irrégularités des cycles lunaires ?

Le volume des données astronomiques compilées pour créer un modèle mathématique apte à synthétiser en rouages mécaniques de tels cycles laisse rêveur sur les capacités conceptuelles des savants et des mécaniciens de l'Antiquité.

Si on admet qu'un ordinateur est capable de restituer en sortie d'autres informations que celles qui lui ont été données en entrée, la «machine» d'Anticythère est bien le premier ordinateur connu de l'histoire de l'humanité. Il devance d'un bon millénaire les premières horloges astronomiques réalisées, sur une toute autre échelle, dans les grandes villes européennes du Moyen-âge.

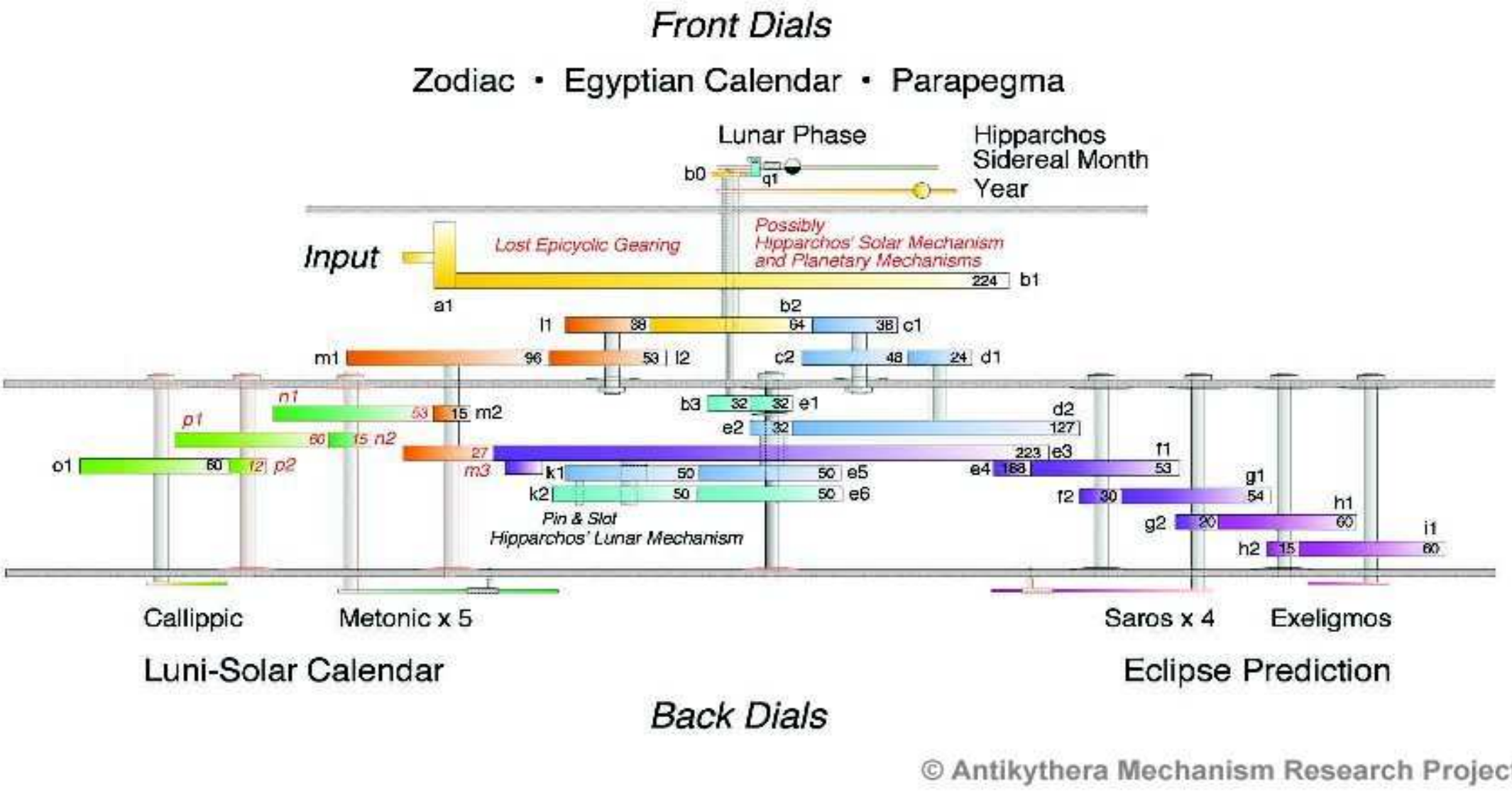
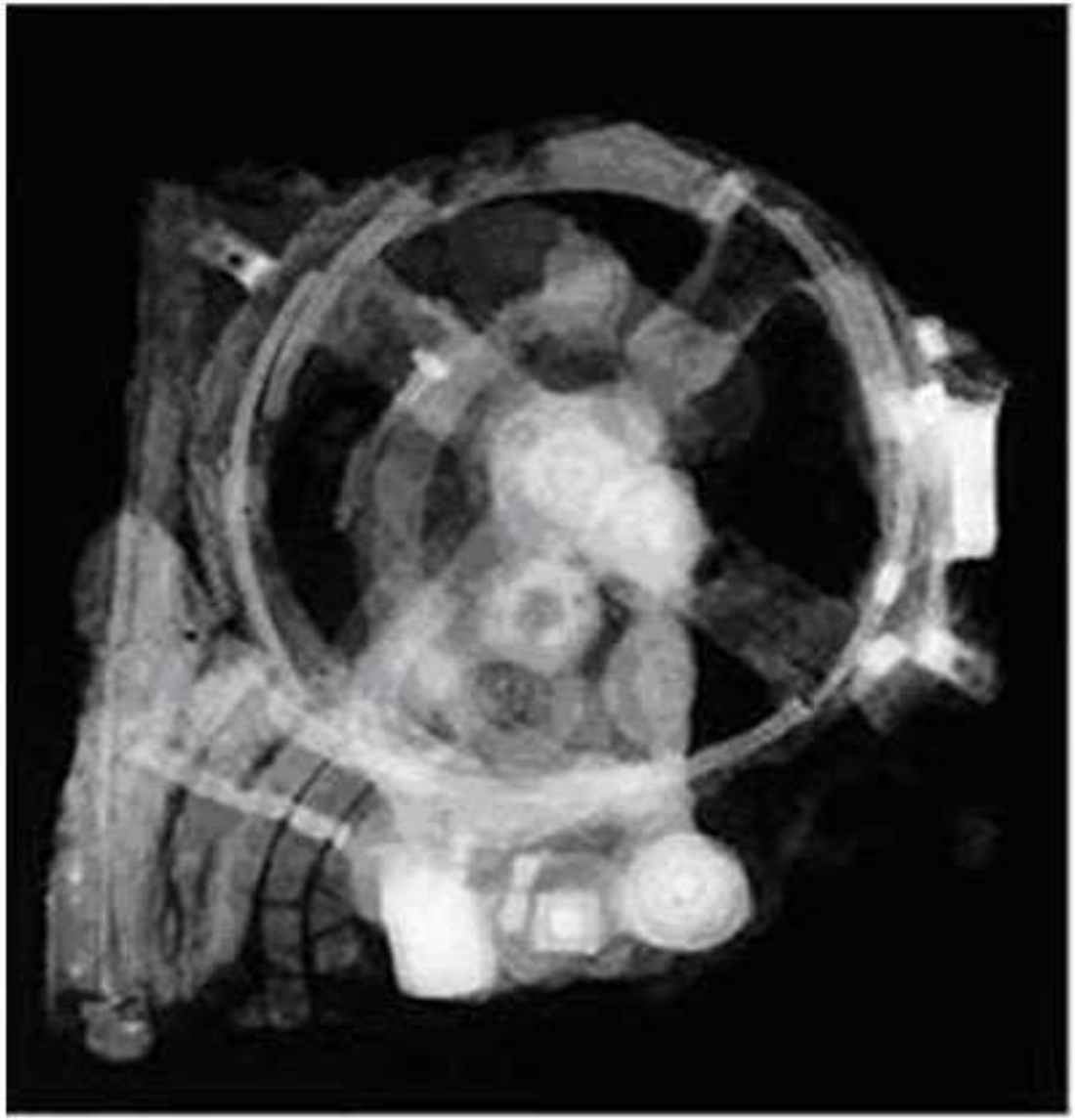
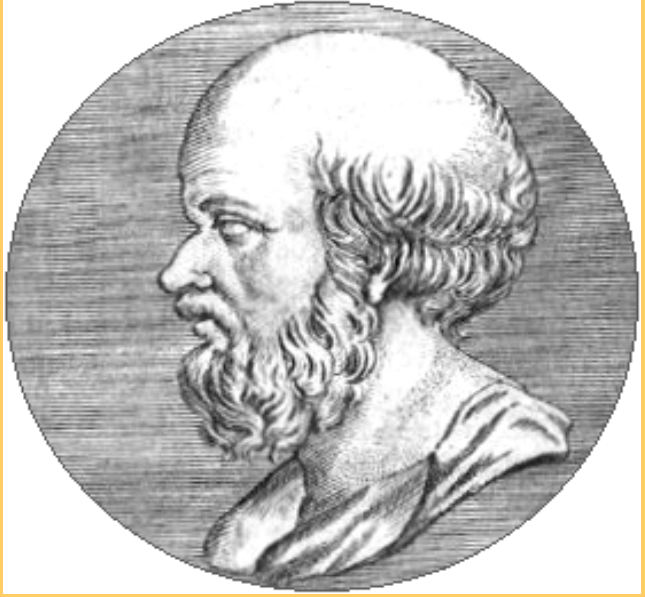


Schéma montrant le montage des rouages de la fabuleuse machine d’Anticythère

QUI A PU IMAGINER LA MACHINE D'ANTICYTHERE ?





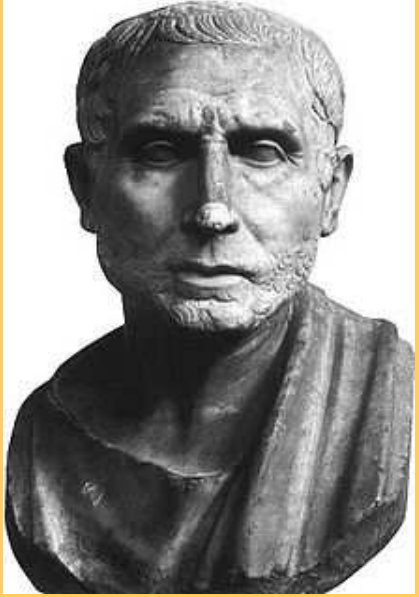
Eratosthène

Entre 10 et 50 ans avant J.C. la ville qui regroupait les plus grands savants et érudits grecs de l'époque, était située en Egypte, à Alexandrie. A l'époque, Alexandrie était grecque.
Le seul savant-astronome et mathématicien qui y vivait à l'époque de la construction de la machine d'Anticythère est **ERATOSTHENE**.
Erarthostène était originaire de Cyrène en Lybie et il est mort à Alexandrie en 194 avant J.C.
C'est le premier à avoir calculé le périmètre de la terre avec une marge d'erreur minime.
Il est aussi l'inventeur de la sphère armillaire, plus connue sous le nom d'astrolabe.
Il démontra l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur qu'il fixa à 23°26. Mathématicien il établit le crible d'Ératosthène, qui est une méthode qui permet de déterminer par exclusion tous les nombres premiers.

Hipparque

L’objet pourrait également provenir de Rhodes, d’où avait certainement appareillé le navire marchand ayant sombré devant l’île d’Anticythère.
Or **HIPPARQUE**, né en 190 avant J.C. à Nicée en Bythinie (aujourd’hui la Turquie) est mort à Rhodes vers 120 avant J.C.
C’était un mathématicien, un astronome et un géographe grec. Certains pensent qu’il est le père de la trigonométrie.

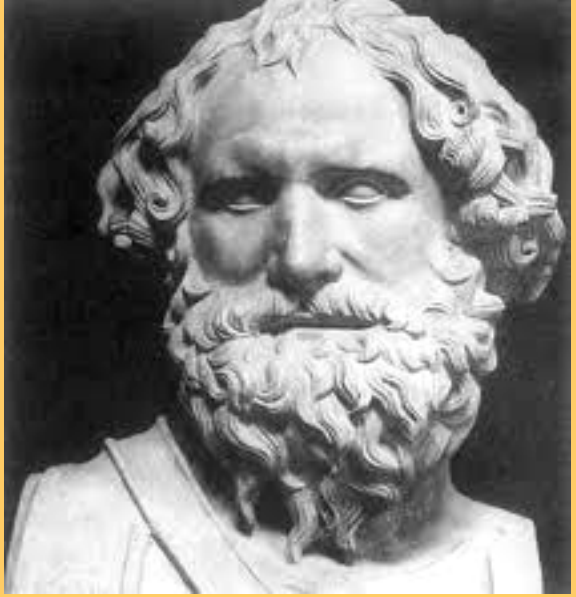
Un autre savant grec, mathématicien, géographe, philosophe stoïcien et historien de Rhodes aurait pu créer cet objet.
C’est **POSIDONIOS D’APAMEE**, né en Syrie en 135 avant J.C. et qui mourut à Rome en 51 avant J.C. Av. JC.
Il vécut à Rhodes et de ses travaux, on retiendra ses calculs relatifs à la mesure de la distance Terre – Lune, la dimension de la Lune, sur le mouvement des cinq planètes connues et du Soleil.



Posidomios d’Apamée

Il proposa également une méthode pour le calcul du méridien terrestre, en comparant la hauteur de l’étoile Canopus à partir de Rhodes et d’Alexandrie. Il parvint à établir que la triple périodicité des marées, journalière, mensuelle et annuelle, correspond aux positions de la Lune et du Soleil. Selon Cicéron, Posidonios aurait construit un globe reproduisant les mouvements conjoint des planètes et du système solaire.
Ce témoignage pourrait apporter une lumière surprenante sur la machine d’Anticythère.

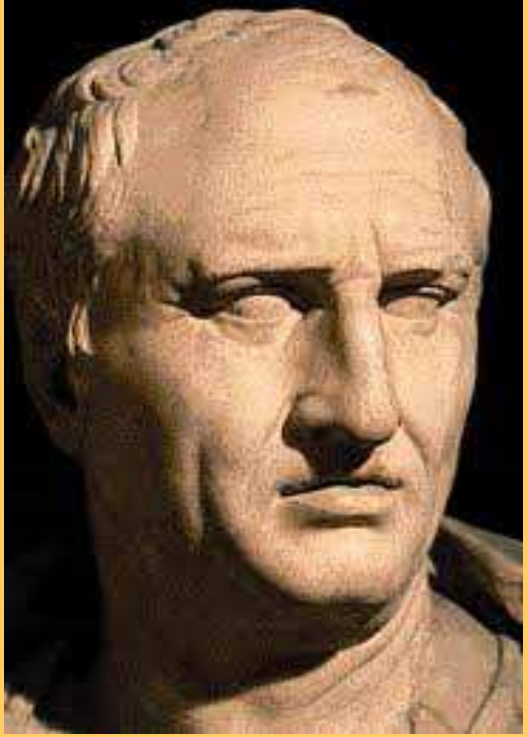
Une autre hypothèse peut être faite : l’un des savants disciples de Posidonios d’Apamée était **GEMINOS DE RHODES**, né vers 110 avant J.C. et mort vers 40 avant J.C. Il pourrait également être l’inventeur de l’objet. Cet astronome et mathématicien grec suivit l’enseignement de Posidonios à Rhodes. On lui attribue l’invention de l’horloge astronomique ainsi que de nombreux traités élémentaires sur la géométrie et l’astronomie. Il rédigeât en -55 l’Isagoge (introduction à l’astronomie). Son texte est très proche de la table astronomique qui est gravée sur le mécanisme.



Archimède

L’hypothèse la plus vraisemblable est basée sur l’examen des inscriptions gravées sur les engrenages.
Elles mentionnent les 12 mois de l’année, mois d’origine Corinthienne, ce qui amènerait cette invention vers l’héritage scientifique d’A**RCHIMEDE** qui vivait à Syracuse en Sicile. Parmi les savants évoqués, c’est sans doute le plus grand d’entre eux. Il est né à Syracuse en Sicile en 287 avant J.C. A l’époque Syracuse était grecque. Physicien, mathématicien, ingénieur, on sait peu de chose de sa vie. De nos jours, on retiens de lui «eureka», le levier, la vis d’Archimède. Cicéron parle de lui comme étant le père de la mécanique statique. Il aurait fabriqué une horloge similaire à la Machine d’Anticythère mais de plus grande dimension. Il est mort en 212 avant J.C.

L’identité du concepteur de la machine d’Anticythère reste cependant en débat.



Cicéron

Les textes de Cicéron évoquent deux machines semblables :

• La première, construite par Archimède, fut apportée à Rome par le général Marcus-Claudius Marcellus en 212 avant J.C.

• La seconde, construite par son ami Posidonius.

Ces deux machines se trouvaient donc à Rome 50 ans après la date du naufrage d’Anticythère.

FIN DE L’EXPOSE